



# ONFIELD

---

## FAHRERKABINE 4.0

**Sachbericht zum  
Verwendungsnachweis**

Teil I - Kurzbericht

Teil II - Eingehende Darstellung

2024



# Sachbericht zum Verwendungsnachweis

## Teil I – Kurzbericht

Thema: Agrarsysteme der Zukunft: Fahrerkabine 4.0  
- Entwicklung einer beanspruchungs-  
adaptiven Nutzerschnittstelle für  
Landmaschinenbetreiber – Teilprojekt B

Zuwendungsempfänger: Budde Industrie Design GmbH

Förderkennzeichen: 031B0735B

Autoren: Maike Budde  
Lia Budde

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 031B0735B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor.

# Sachbericht zum Verwendungsnachweis

## Teil I | Kurzbericht

*Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie den wissenschaftlichen und technischen Stand, an den angeknüpft wurde*

Das Forschungsprojekt Agrarsysteme der Zukunft: "Fahrerkabine 4.0 – Entwicklung einer beanspruchungsadaptiven Nutzerschnittstelle für Landmaschinenbetreiber - Teilprojekt B" hatte das Ziel, mit der Fahrerkabine 4.0 dem landwirtschaftlichen Betreiber eine beanspruchungsadaptive Nutzer-Schnittstelle an die Hand zu legen, um eine ökologische, ökonomische und gesellschaftlich verbesserte Arbeitsorganisation umsetzen zu können.

Die Fahrerkabine 4.0 wurde am Beispiel des Mähdreschers entwickelt, die dem Fahrer höchste Flexibilität und Unterstützung im Arbeitsprozess auf dem Feld geben soll. Aufgabe war es, wie eine adaptive Mensch-Maschine-Schnittstelle für Landmaschinen aussehen kann, die in der Lage ist, das aktuelle Beanspruchungslevel des Fahrers zu detektieren und bei Eintreten von Über- sowie Unterforderung entsprechend unterstützend auf den Fahrer mit Handlungsempfehlungen einwirken zu können. Durch die heutzutage schon hoch automatisierten Mähdrescher entstehen automatisch Passivzeiten, die zu einer Unterforderung führen können. In anderen Situationen (z.B. Wende- oder Abladevorgang) kann es zu einer Überforderung kommen.

Ziel war es ein Kabinensystem zu entwickeln und gestalten mit dem möglichst konstant ein ideales Beanspruchungsniveau beim Fahrer gehalten werden kann. Hierfür ist eine Assistenz integriert, welche den Beanspruchungszustand des Fahrers erkennt und ihn in seinen Tätigkeiten unterstützt, Effizienz und Zufriedenheit fördert sowie sich positiv auf die Work-Life-Balance auswirkt.

### *Ablauf des Vorhabens*

Neben der Entwicklung eines Systems zur Zustandserkennung (durch KIT) wurden Einzel- und im Verbund des Konsortiums Ideen entwickelt, mit welchen Aktionen, Aufgaben und Themen das System die Fahrer bei Über- sowie Unterforderung unterstützen kann. Auf dieser Basis hat Budde Industrie Design Personas möglicher Fahrer erstellt.

Diese Personas unterstützten anschließend bei einem Kreativ Workshop mit dem gesamten Konsortium die relevanten Aufgabengebiete zu evaluieren und zu diskutieren. Die Ergebnisse wurden ausgearbeitet und in einen sinnvollen Zusammenhang gebracht. Daraus entwickelte sich ein Nutzungs-Szenario, welches zur weiteren Evaluierung in eine Demokabine übertragen wurde. Der Demonstrator ist mit einem erweiterten Kabinengrundriss auf Basis einer existierenden Kabine gestaltet worden. Der Demonstrator bietet mehr Bewegungsraum und hat einen zu beiden Seiten schwenkbaren Sitz mit integrierten auf die Szenarien abgestimmten Bedienarmlehnen. Die 5 Anzeigemodule galt es im Sichtbereich des Fahrers anzuordnen und voll in das Kabinenumfeld einzubinden. Die Anzeigebereiche der Displays wurden auf die Szenarien abgestimmt, strukturiert, dimensioniert und grafisch aufbereitet. Parallel wurde das UX/UI Thema, essenziell für eine verständliche reduzierte Bedienung mit eingearbeitet und iterativ mit den Systemen abgeglichen.

### *wesentlichen Ergebnisse*

Die Fahrerkabine 4.0 – OnField, setzt mit der großzügig gestalteten Kabine neue Maßstäbe. Durch haptische Modelle sind Funktion und Ergonomie im Vorfeld erprobt und optimiert.

worden und bildeten die Basis für das Konzept. Eine klare Formsprache mit einer warmen Farb- und Materialenauswahl schaffen eine Wohlfühlumgebung für den Fahrer. Der Einsatz von indirektem Licht im Dachhimmel schafft eine gleichmäßige, funktionale Beleuchtung. Durch den Wegfall der Lenksäule erhält der Fahrer mehr Beinfreiheit und eine gute Sicht in den Arbeitsbereich. Es werden insgesamt drei Modi bereitgestellt, der Entspannungs-, Arbeits-, sowie Büromodus die durch Taster auf der linken Multifunktionsarmlehne aktiviert werden. Nach Betätigung des jeweiligen Tasters dreht sich der Fahrersitz automatisch, nach links in den Entspannungsmodus mit mehr Beinfreiheit, geradeaus in den Erntemodus mit einer guten Übersicht über den Erntevorgang oder nach rechts in den Büromodus.

In dem Bedienbereich der linken Multifunktionsarmlehne (MFA) befindet sich der ergonomische Joystick zur Lenkung und den relevanten StVZO Funktionalitäten, sowie ein Display zur Einstellung der Komfortmodi. In der rechten MFA werden remote die Einstellungen über ein Touch Display vorgenommen und durch Sprachassistenten unterstützt. Während des autonomen Ernteprozesses kann für Bürotätigkeiten eine spezielle Tastatur zwischen den MFAs aufgesetzt werden, um Aufgaben wie z. B. das Hof- oder Flottenmanagement sowie das Schreiben von E-Mails komfortabel und effizient zu erledigen. Mit Fokus auf den jeweiligen Themenbereich werden die Anzeigen auf den Kabinenscheiben über Head-Up Displays mit Inhalt bespielt. Der Fahrer hat die Möglichkeit individuell die Anzeigeflächen mit Inhalten zu belegen, um so die für ihn ideale Arbeitssituation zu schaffen.

An den A-Säulen befinden sich je zwei länglich, angeordnete Displays, die Arbeitseinstellungen anzeigen und bei Straßenfahrt sowie beim Rangieren die Rückspiegelfunktion übernehmen. Die transluzente Darstellung der A-Säulen auf dem Feld wurde im Demonstrator nicht umgesetzt. Im Dachhimmel befinden sich drei weitere horizontal positionierte Displays, zur Übertragung, der am Mährescher positionierten Kameras oder andere, wichtige im Blick zu haltende Anzeigen, wie z.B. der Wetterinformationen etc. Die MFA's sind übersichtlich und minimalistisch gestaltet, mit Touchdisplay am vorderen Abschluss. Auf der rechten Seite kann man mit dem Touchdisplay und optional mit einem Drehdrückgeber die Maschine einstellen und sich durch das Menü navigieren. Hier ist zudem der Multifunktionsjoystick für die Maschinenbedienung, integriert. Auf der linken Seite wird die Lenkung über einen entsprechend geformten Joystick bedient und ist zudem mit den fahrrelevanten Tastern ausgestattet. Die Kabineneinstellungen, wie z.B. die Klimaanlage, das Radio sowie die Handlungsempfehlungen sind ebenfalls links über ein Touchdisplay bedienbar. Zusätzlich befindet sich in dieser Armlehne ein Fach für das Smartphone, sodass sich das System automatisch mit dem Smartphone koppeln kann (Car Play) und die Funktionen über das Kabinensystem genutzt werden können (Diese Funktion wurde jedoch im Demonstrator nicht ausgearbeitet).

Eine System Assistenten („Fabia“) unterstützt dabei eine intuitive und angenehme Interaktion mit dem System zu erzielen. Diese begleitet den Fahrer im Arbeitstag und unterstützt ihn bei den Tätigkeiten. Die Art der Interaktion des Assistenten lässt sich individuell anpassen, so können persönliche Vorlieben und Bedürfnisse berücksichtigt werden. Durch das Management der Handlungsempfehlungen in Kombination mit dem intuitiven HMI wird eine Über- oder Unterforderung reduziert und so die Arbeitsqualität und Konzentration für den Fahrer erhöht.

# Sachbericht zum Verwendungsnachweis

## Teil II – Eingehende Darstellung

Thema: Agrarsysteme der Zukunft: Fahrerkabine 4.0  
- Entwicklung einer beanspruchungs-  
adaptiven Nutzerschnittstelle für  
Landmaschinenbetreiber – Teilprojekt B

Zuwendungsempfänger: Budde Industrie Design GmbH

Förderkennzeichen: 031B0735B

Autoren: Maike Budde  
Lia Budde

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 031B0735B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor.

# Inhalt

## Teil II – Eingehenden Darstellung

Projektübersicht.....	S. 1
Recherche Markt / Trends / Visionen.....	S. 2
Gestaltung Logo & Außenwirkung.....	S. 2
Personas.....	S. 4
Konzeptentwicklung.....	S. 7
Gestaltungsarbeit.....	S. 8
Bedien- und Anzeigeelemente.....	S. 10
Digitalen und Analogen User Interfaces (UX/UI).....	S. 12
Multifunktionsarmlehnen.....	S. 15
Tastatur-Modul.....	S. 17
Demonstrator.....	S. 18
Anzeigeflächen in den Kabinenscheiben.....	S. 19
Entwicklung und Konstruktion der Hardware-Komponenten.....	S. 20
Gestaltung von Unterlagen für die Öffentlichkeitsarbeit.....	S. 24
DLG-Feldtage 2022.....	S. 25
DeLuTa 2022.....	S. 25
Studie mit dem Demonstrator.....	S. 25
Messestand AGRITECHNICA 2023.....	S. 25
Artikel und Publikationen.....	S. 27
Weitere erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 NABF .....	S. 28
Allgemeines Fazit.....	S. 28

# Sachbericht zum Verwendungsnachweis

## Teil II | *Eingehende Darstellung*

### Projektübersicht

Das Forschungsprojekt "Fahrerkabine 4.0 – Entwicklung einer beanspruchungsadaptiven Nutzerschnittstelle für Landmaschinenbetreiber - Teilprojekt B" wurde im Rahmen der Agrarsysteme der Zukunft gefördert und ist mit insgesamt sechs Kooperationspartnern durchgeführt worden. Drei Partner aus der Wissenschaft sind in zentraler Rolle:

- das Teilinstitut Mobile Arbeitsmaschinen (Mobima). Neben der Koordination des Projektes in der Verantwortung der Unterstützung in der Steuerungsentwicklung (vom Karlsruher Institut für Technik (KIT))
- das Institut für Arbeitswissenschaft (ifab) mit Vorwissen im personellen Fahrzeugbereich mit der Erkennung von Nutzerzuständen sowie experimental-psychologischen Methoden (vom Karlsruher Institut für Technik (KIT))
- das Institut für Agrartechnik (ATH) der Universität Hohenheim durch das Wissen um die Gestaltung und Nutzung von Fahrerkabinen als auch durch die Vermittlung von landwirtschaftlichen Betrieben und die Bereitstellung eines geeigneten Versuchsträgers.

Aus der Industrie waren es:

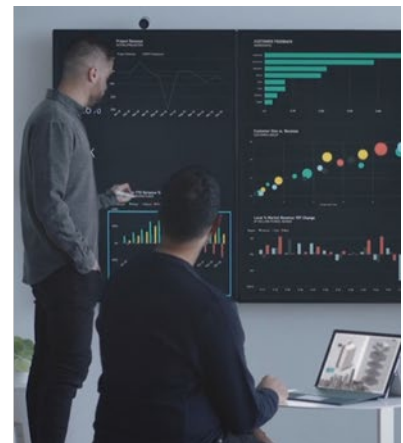
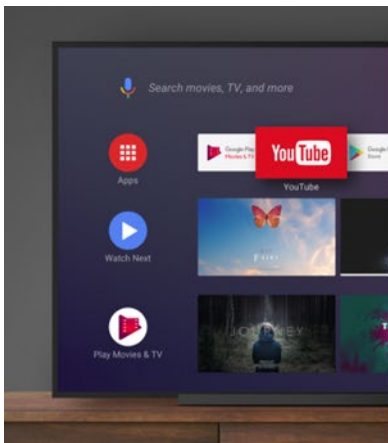
- InMach Intelligente Maschinen GmbH als Experte für Entwicklung und Umsetzung von Elektronik und Steuerungstechnik
- CLAAS als führender Hersteller von Erntemaschinen mit entsprechendem Expertenwissen und Vernetzung
- Budde Industrie Design als Industrie Design Unternehmen mit Innovationskraft und Expertenwissen für die Gestaltung und Entwicklung von HMIs, unter anderem im Kontext von Landmaschinen

Im Rahmen des Projekts wurde eine adaptive Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) entwickelt, die das jeweilige Beanspruchungsniveau des Fahrers berücksichtigt, um dieses in einem optimalen Bereich zu halten bzw. dorthin zu verschieben. Dazu wurde ein System entwickelt, mit dem diese Parameter detektiert werden konnten, sowie durch entsprechende Handlungsempfehlungen und Möglichkeiten, den Fahrer dabei unterstützt, ein möglichst ideales Beanspruchungsniveau zu erhalten.

Die Aufgabe von Budde Industrie Design war dabei die Konzeptentwicklung und Ausgestaltung des HMIs (Hard & Software (UX/UI)) und durch Einbringen des ganzheitlichen, nutzerzentrierten Ansatzes im Design ein Ergebnis zu schaffen, welches dem Nutzer die Interaktion mit einem solchen System zu einem positiven und dadurch wirkungsvollen Erlebnis macht. Neben diesen Aufgaben setzt Budde Industrie Design alle Hardwarekomponenten und die Kabine (Interieur/Exterieur) in Abstimmung mit dem Konsortium konstruktiv und modellbautechnisch für den Demonstrator um.

## Recherche Markt / Trends / Visionen

Um einen Überblick zu erhalten über das, was aktuell im Bereich von Fahrerinnen und Cockpits passiert wurde eine branchenunabhängige Recherche erstellt (u.a. auch für AP 3.2.- Darstellung von Trends im Agrarsektor) und auf den Bereich Bedienung, Anzeigen sowie UX/UI im allgemein ausgeweitet. Dies diente im Folgenden auch als Inspirations- und Ideengeber. Auch im Sinne der technischen Machbarkeit konnten sich Budde Industrie Design hierüber einen guten Überblick verschaffen, um innovative, aber auch valide Konzepte entwickeln zu können. Im Fokus stand hier technische Möglichkeiten sowie mögliche Arten der Anzeige und Interaktion mit Systemen.



## Gestaltung Logo & Außenwirkung

Zu Projektbeginn wurde ein Logo sowie ein CI-Design mit Farbwelt von Budde Industrie Design entwickelt. Zum einen um dieses wirkungsvoll in der Öffentlichkeitsarbeit nutzen zu können (Wiedererkennung und professioneller Auftritt), sowie auch in der Ausarbeitung des Designs darauf zurückgreifen zu können. Für die Unterlagen wurde zudem ein Layout gestaltet.

# ONFIELD

Namensfindung OnField & Logo Gestaltung



„Brand“ Identity & Color



Layout und Schrift

## Personas

Um sich besser in die Nutzer hineinversetzen zu können, Hintergrundinformationen zu sammeln und mit der Kabine besser auf die Bedürfnisse der unterschiedlichen Nutzergruppen eingehen zu können, wurden durch Budde Industrie Design Personas erstellt. Die drei Zentralen Nutzergruppen aus dieser Bearbeitung waren „Landwirt, Angestellter und Lohnunternehmer. Die dazu erstellten Plakate dienten unter anderem auch in den Kreativworkshops im Konsortium als Basis zur Ideenfindung von sinnvollen Tätigkeiten / Handlungsempfehlungen in der Kabine sowie als stetige Gedankenstütze in der Ausarbeitung dieser (u.a. genutzt für AP 3.1 - Analyse des Nutzers und Nutzungskontextes).

## Landwirt



**Stefan Huber**  
Landwirt in der dritten Generation

Alter: 48 | Arbeit: Selbstständiger Landwirt | Familie: Verheiratet | Wohnort: Norddeutschland

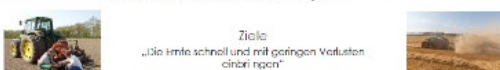


Stefan führt seinen eigenen landwirtschaftlichen Betrieb in Norddeutschland mit 100 ha Anbaufläche.  
Der Betrieb besteht vornehmlich aus Ackerbau und Feldbewirtschaftung.

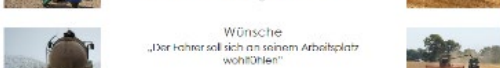
Stefan hat einen Angestellten, zur Unterstützung bei der Feld- und Feldarbeit, sowie zum Mähdrescher fahren.

Stefan fährt den Mähdrescher nur noch selten, er muss alle anderen Aufgaben managen (Terminabsprachen, Aufgabenverteilung, Arbeitsplanung, Treibstoff, Logistik, etc.) und er engagiert über den Tag verteilt etwa 3 Std. Mitarbeiter.

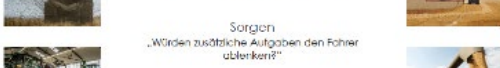
Die Arbeitszeiten können teilweise bis zu 10 Std. lang sein, besonders während der Ernte wird das Friseurleben hinter angeleitet.



**Ziele**  
„Die Ernte schnell und mit geringen Verlusten einbringen“



**Wünsche**  
„Der Fahrer soll sich an seinem Arbeitsplatz wohlfühlen“



**Sorgen**  
„Würden zusätzliche Aufgaben den Fahrer überfordern?“



## Angestellter



**Johannes Anger**  
Angestellter bei einem landwirtschaftlichen Betrieb

Alter: 28 | Arbeit: Angestellter Fahrer | Familie: Ledig | Wohnort: Ostdeutschland



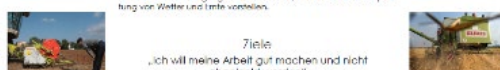
Johannes ist angestellter Fahrer in einem landwirtschaftlichen Betrieb in Ostdeutschland.

Während der Freizeit besorgt Johannes hauptsächlich den Mähdrescher.

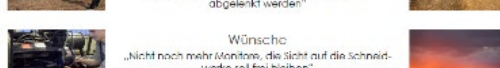
Johannes' Arbeitszeit geht dann bis spät abends und ist oft 16 Std. lang, da er auch Reparaturen und die Wartung an der Maschine durchführt.

Die Zeit auf dem Mähdrescher kann bis zu 12 Std. betragen und ist meist nicht unterbrochen, abkommende Lagerschiffe gehen dann auch mit dazu.

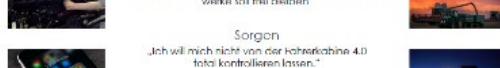
Während solchen Erntezeiten könnte Johannes sich grundsätzlich eine zusätzliche Beschäftigung wie Nebenberuf, oder die Datenüberprüfung von Wetter und Ernte vorstellen.



**Ziele**  
„Ich will meine Arbeit gut machen und nicht abgelenkt werden“



**Wünsche**  
„Nicht noch mehr Monitore, die Sicht auf die Schneidwerke soll frei bleiben“



**Sorgen**  
„Ich will mich nicht von der Fahrerkabine 4.0 total kontrollieren lassen.“



## Lohnunternehmer



**Thomas Geinert**  
Lohnunternehmer

Alter: 53 | Arbeit: Lohnunternehmer | Familie: Verheiratet | Wohnort: Süddeutschland



Thomas ist Lohnunternehmer und hat eine Flotte mit mehreren Maschinen in Süddeutschland.

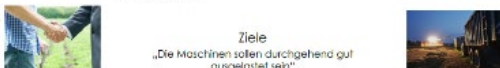
Thomas hat mehrere angestellte Fahrer.

Seine Fahrer werden von ihm zu den verschiedenen Betrieben zum Dreschen geschickt.

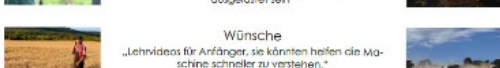
Thomas selber fährt keinen Mähdrescher mehr.

Er kümmert sich stattdessen um das Management und Aufgaben wie Marketing, Einsatzplanung oder Buchhaltung.

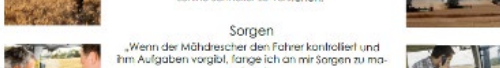
Thomas ist es wichtig, dass die Maschinen gut laufen, seine Fahrer sich bei der Arbeit wohlfühlen und zufrieden sind und dass keine Schäden entstehen.



**Ziele**  
„Die Maschinen sollen durchgehend gut ausgelastet sein“



**Wünsche**  
„Lehrvideos für Anfänger, sie könnten helfen die Maschine schneller zu verstehen.“



**Sorgen**  
„Wenn der Mähdrescher den Fahrer konfliktiert und ihm Aufgaben vorgibt, fange ich an mir Sorgen zu machen.“



## Konzeptentwicklung

Auf Basis mehrerer Meetings (digital und persönlich) wurden die Themen und Aufgaben für dieses Projekt weiter definiert und ausgebaut. Eine der zentralen Workshops, war ein Kreativ-Workshop bei Budde Industrie Design, wo in zwei Gruppen Szenarien diskutiert und mit groben Mockups aufgerissen und durchgespielt wurden. Dadurch wurde eine Bandbreite an Ideen generiert, wie eine Kabine aufgebaut sein sollte, die dem Fahrer einen möglichst flexiblen Arbeitsplatz bietet, und vor allem die Kernaufgabe „Ernte“ im Fokus behält. Die Ergebnisse aus diesem Workshop bildeten die Basis im weiteren Projektverlauf und wurden von Budde Industrie Design konzeptionell aufgenommen, weiterentwickelt und validiert.

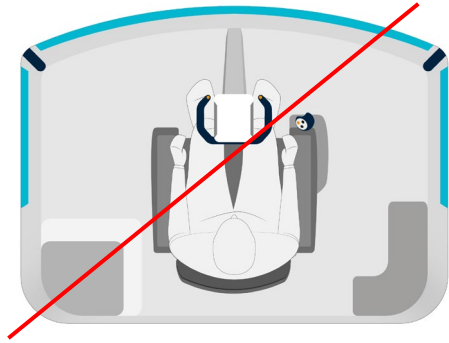


Die Ergebnisse in Form von Konzepten und Lösungsansätze wurden in Meetings im Konsortium diskutiert und von Budde Industrie Design weiter verdichtet. Das Ergebnis aus dieser Arbeit waren Design- und Funktionskonzepte für Exterieur, Interieur mit Multifunktionsarmlehnen, Joystick für Lenkung und weiteren Funktionen, Anzeigeflächen etc. sowie ein Bedienkonzept des User Interface Designs (UX/UI) welches Budde Industrie Design als Basis für die Umsetzung im 3D-CAD sowie den anderen Partnern für Umsetzung der technischen und digitalen Bausteine des Demonstrators diente. Mit diesen Daten wurden die Bauteile für den Demonstrator im Modellbau von Budde Industrie Design sowie durch Zulieferer hergestellt, bei Budde Industrie Design weiterverarbeitet und mit den technischen Komponenten verbaut.

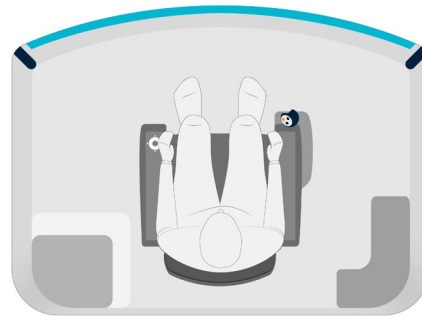
Die Ausarbeitung der Komponenten im 3D-CAD benötigten zudem die genaue Definition der technischen Komponenten, welche im Demonstrator zum Einsatz kommen sollten (Bedienteile, elektronische Komponenten, etc.). Budde Industrie Design übernahm hier zudem in die Recherche und Beschaffung der Relevanten Bauteile (Bedienknöpfe, Displays, Joysticks, Beleuchtung etc.) in Kooperation und Abstimmung mit dem Konsortium.

Zu Beginn gab es zwei Grundrichtungen für die Kabine – mit Lenkrad Lenkung und mit Joystick Lenkung. Relativ schnell wurde dann entschieden sich auf die Joysticklenkung zu fokussieren, da der Freiraum, der dadurch entsteht, Vorteile und vor allem Flexibilität in der Raumnutzung bietet.

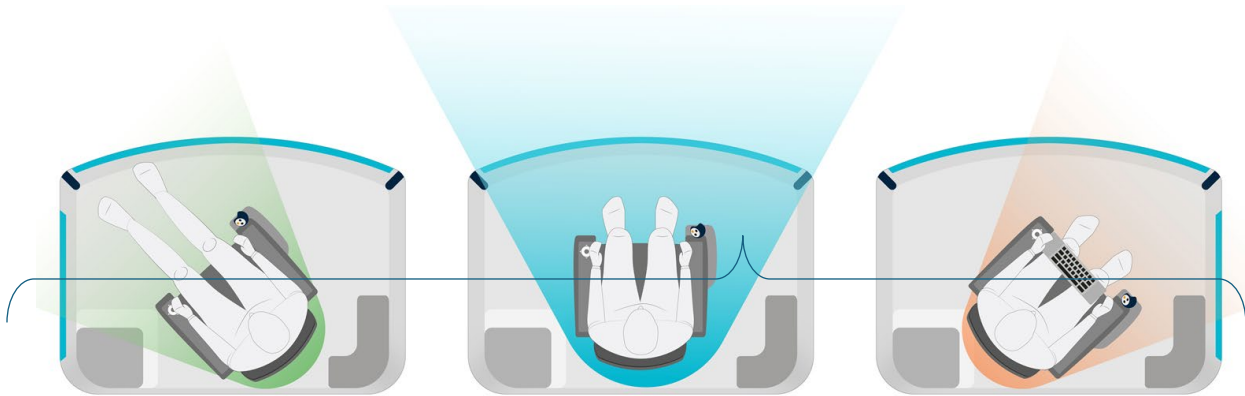
Ein wesentliches Feature der Kabine sind die drei Modi, die mit einer Sitzdrehung einher gehen. Im Workshop war bereits eine Rechtsdrehung in eine Art Bürobereich angedacht worden. Dies wurde dann um eine Linksdrehung ergänzt, um so einen Entspannungsmodus zu realisieren. Durch den leicht nach rechts hin angeordnetem Fahrersitz (aufgrund des Trainersitzes auf der linken Seite), ergibt sich hier eine größere Beinfreiheit.



Aufsicht Konzept „Lenkrad“ (verworfen)



Aufsicht Konzept „Joystick“



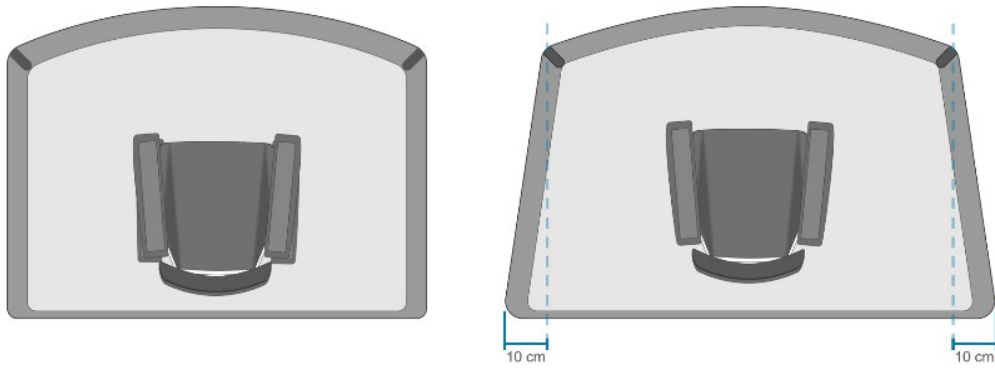
Entspannungsmodus

Fahrmodus

Büromodus

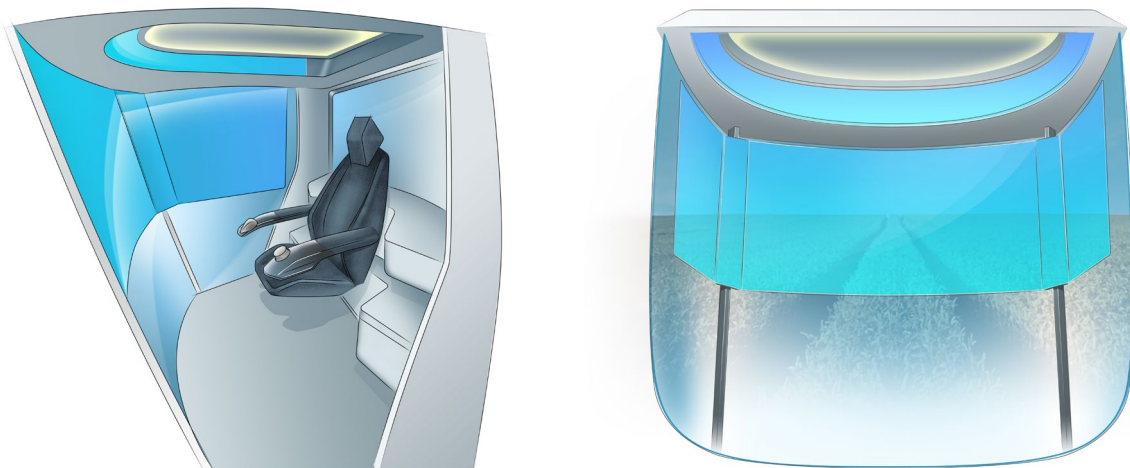
## Gestaltungsarbeit

Für die Ausarbeitung des Kabineninterieurs waren für Budde Industrie Design die Aspekte „Reduktion“ und moderne, „fließende“ Linien um einen großräumigen, übersichtlichen Charakter zu schaffen wesentlich, um die Flexibilität in der Nutzung des Raumes „Kabine“ zu fördern. Dazu wurde unter anderem ein Aufstellen (je 10 cm zu jeder Seite) der heutigen Claas Serienkabinen Seitenwände zur Rückwand mit angedacht, da dadurch ein deutlich größeres Raumgefühl entsteht.



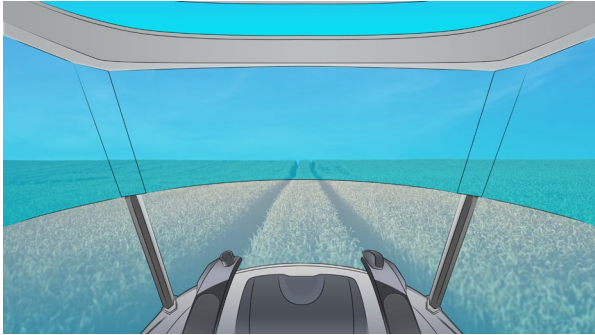
Aufsicht Kabinenkontur (links Status Quo, rechts Optimierung und Basis der weiteren Bearbeitung

Heutige Mähdrescher sind in der Bedienung komplex und umfassen eine hohe Anzahl von Bedienelementen. Um die Maschine einfacher zugänglich zu machen, wurden bewusst einige Funktionen in ein digitales Interface integriert („Soft-Keys“), sodass diese Situationsbedingt angezeigt werden können („nur das sichtbar, was ich gerade benötige“). Dies schafft eine einfachere Zugänglichkeit in die Maschinenfunktionen und gleichzeitig auch Raum (optisch wie haptisch) um weitere Aufgabenbereiche zu schaffen. Dazu wurden mit Hilfe von Ergonomie-Studien (Mock-ups aus Schaum) zwei Multifunktionsarmlehnen konzipiert und ausgearbeitet. Diese Armlehnen haben jeweils ein kleines Touch Display am Ende, um Funktionen und Navigation darüber anzuzeigen und bedienbar zu machen.



Konzeptdarstellungen für des Interieur mit den Anzeigebereichen (hier noch als separate Scheibe angedacht)

Es gibt viele Anzeigeflächen, um die Informationen dort anzuzeigen, wo etwas passiert. Dadurch soll ein AI-ähnlicher Eindruck entstehen und Informationen den Fahrer schneller zugänglich werden (intuitives Aufnehmen der Informationen, weniger Interpretationsaufwand). Eine gute inhaltliche sowie optische Struktur in den Anzeigen / Anzeigebereichen gewährleisten zudem eine schnelle Orientierung des Nutzers. Zudem soll durch Kameras rund um die Maschine eine gute Rundumsicht gewährleistet werden, sowie bauteilbedingte Sichtblockaden etwas entschärft werden (u.a. A-Säulen). Dadurch entsteht eine Transparenz die u.a. dem Raumgefühl besonders positiv zugutekommt.



## Bedien- und Anzeigeelemente

Die rechte Seite der Anzeige und Bedienelemente in der Kabine hat den Schwerpunkt der Maschinenbedienung und enthält zudem noch den C-Motion Multifunktions-Joystick sowie einen Dreh-Drückgeber für die Navigation durch das Menü (Anzeige A-Säulen und Fronscheibe). Die linke Seite enthält in erster Linie die Fahrfunktionen mit einem speziell dafür ergonomisch gestalteten Fahrhebel mit weiteren Funktionstasten. Nahe dem Armlehnen Polster sitzen die Tasten zur Einstellung der Modi (Entspannungs-, Arbeits-, Büromodus), ein Touchdisplay für die Komfort Einstellungen (Klimaanlage etc.) sowie die Interaktion mit dem Assistenten zu den aufkommenden Handlungsempfehlungen. Zusätzlich gibt es an der linken Armlehne ein Fach für das Smartphone, um dieses mit dem System zu koppeln und ermöglicht zudem eine induktive Ladung.



Druck-drehtaste (mittig)



Druck-drehtaste (seitig rechts)



Druck-drehtaste (seitig links)

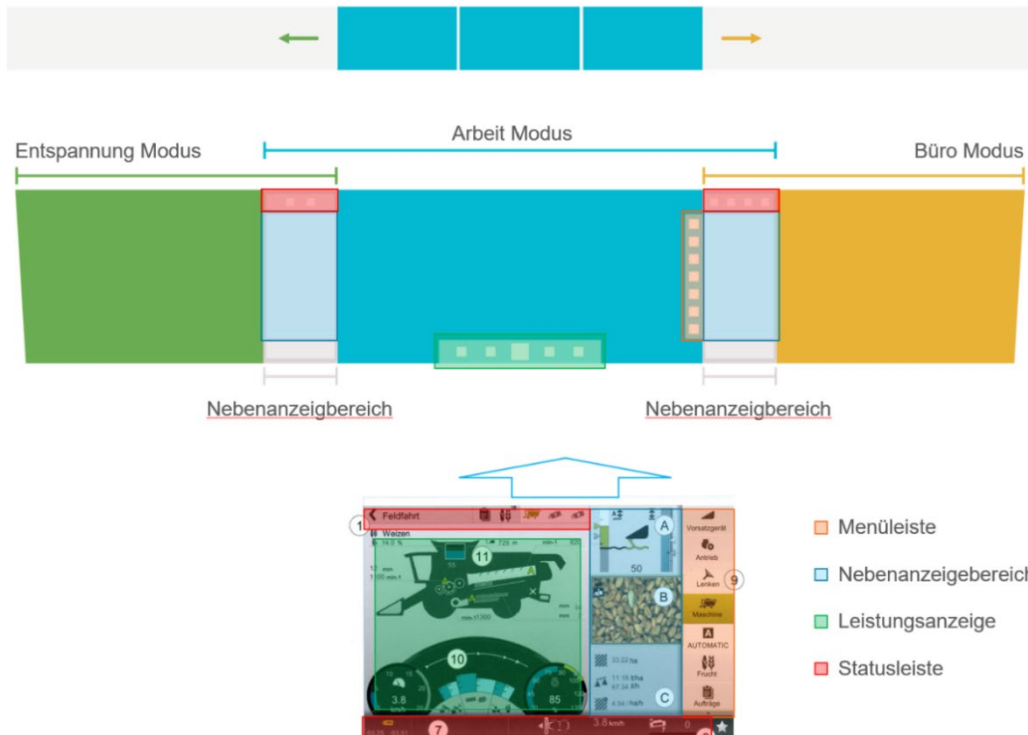
Um dem Fahrer möglichst viel Sicht zu erhalten und einen guten Überblick über relevante Informationen zu geben, wurden die A-säulen mit schmalen, sehr langen Displays ausgestattet. Hier werden die Grundinformationen in einer klaren Kachel-Struktur gezeigt, welche zudem individualisierbar in Inhalt und Anordnung sind. Gleichzeitig können die Displays bei Rückwärtsfahrt als digitale Rückspiegel für die Kameras dienen. Eine weitere Möglichkeit wäre hier auch ein „transparent Modus, wo durch Kameraanzeigen optische eine Art Durchsichtigkeit der A-säulen erzeugt werden kann. Die Länge der gezeigten Displays ist hier geprägt von dem im Markt direkt verfügbaren Displays.



Darstellung aus dem Konzept-Stadium, dieses wurde nachfolgend noch weiter verändert und optimiert

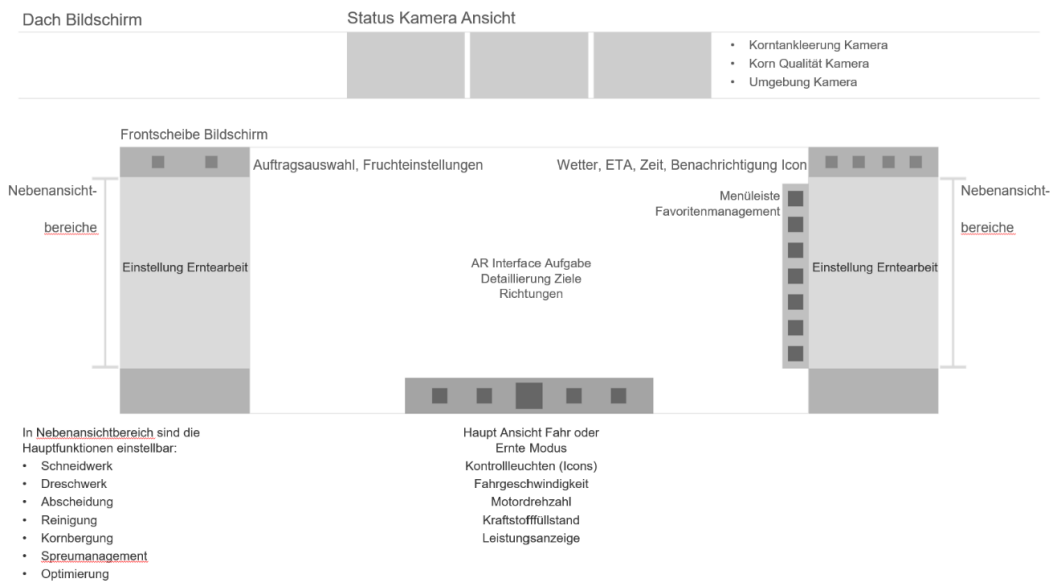
Die Frontscheibe hat zentral eine weitere Maschinenanzeige, ähnlich einer Dashboard-Anzeige. Diese ist dauerhaft zu sehen und ergänzt sich temporär um Informationen, die z.B. über den Assistenten eingespielt werden. Zudem gibt es von den A-säulen Monitoren ausgehen Register, die angezeigt /ausgeklappt werden können und eine Navigation im Menü ermöglichen. Dies ist rechts und links analog gehalten (gespiegelt), und entspricht thematisch den Inhalten der jeweiligen Multifunktionsarmlehnen – links Fahren und Assistent, rechts Maschinenfunktionen. Auf zusätzliche Monitore, wie sie in herkömmlichen Landtechnikmaschinen wurde verzichtet, um nicht die Sicht des Arbeitsbereiches zu verbauen.

# Digitalen und Analogen User Interfaces (UX/UI)

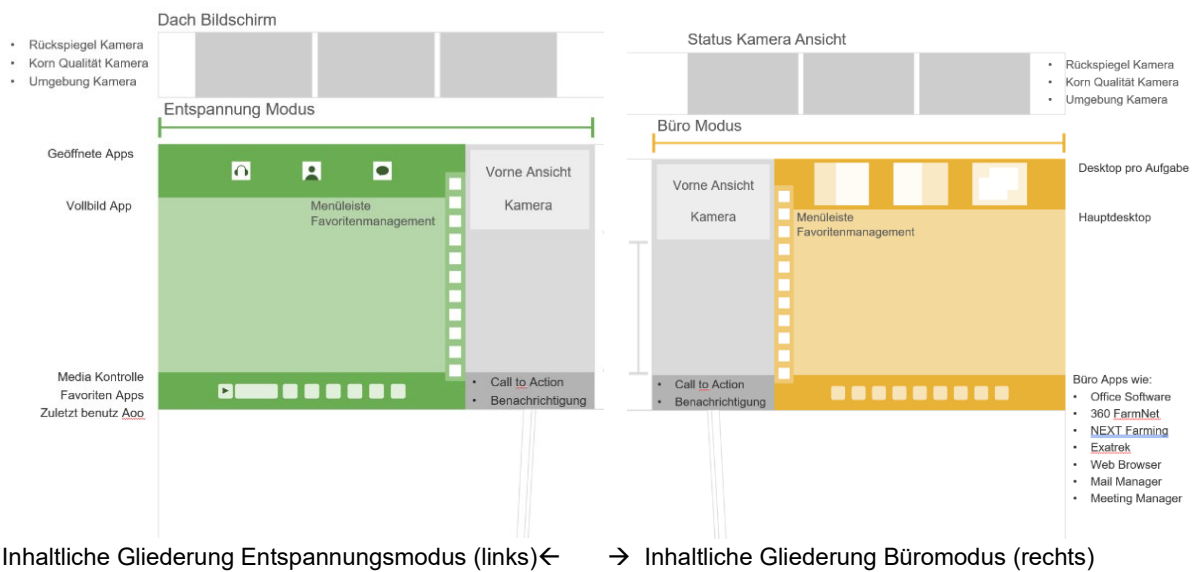


Grundstruktur der Anzeigen Inhalte („Auflösung“ Cebis)

Aufbauend auf den drei Modi wurden die Inhalte in eine Struktur Übertragen, die in jeder Situation den Einblick in und auf die Relevanten Informationen bietet, ohne jedes mal eine neue Situation zu schaffen. Paralle zu den Anzeigen wurden die Bedienelemente auf den Multifunktionsarmlehnen definiert, ausgearbeitet und iterativ mit Hilfe von Mockups optimiert und weiterentwickelt.



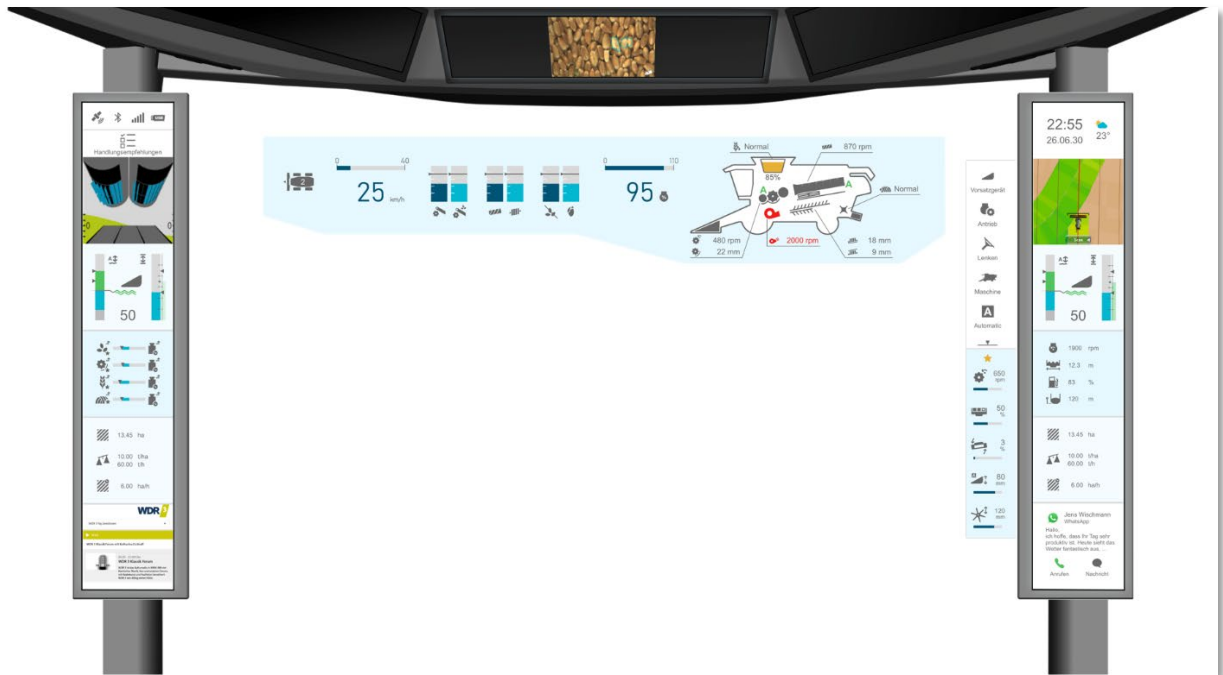
Inhaltliche Gliederung Arbeitsmodus (frontal)



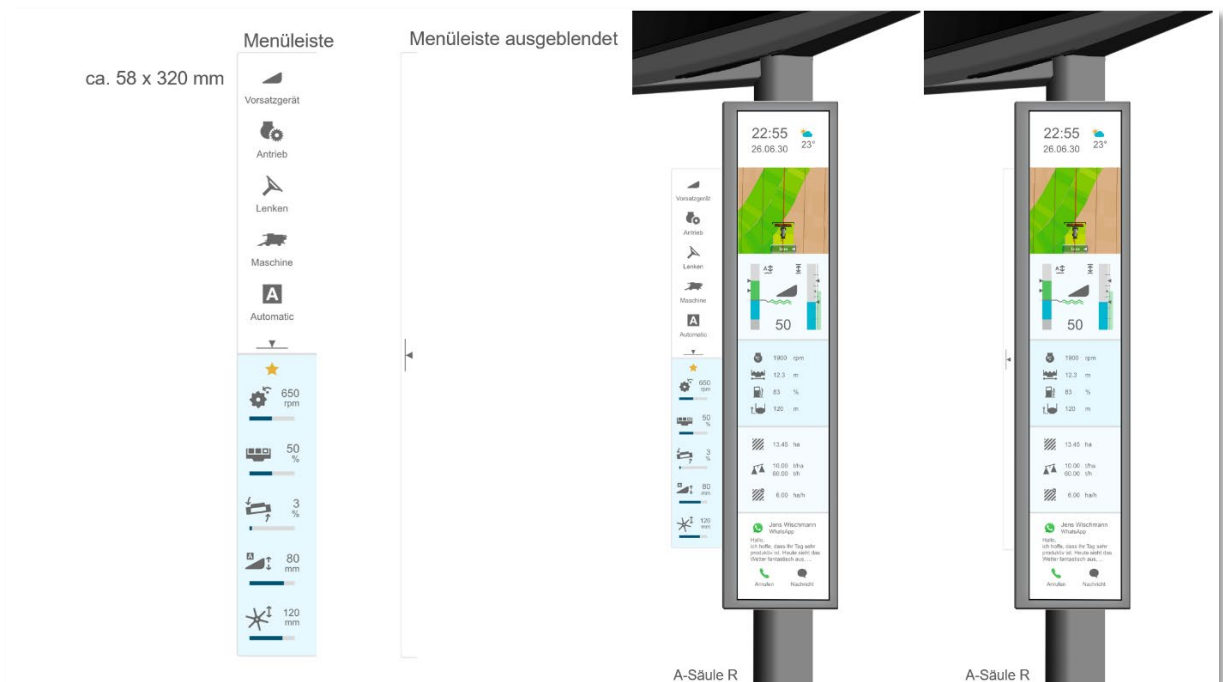
Auf Basis dieser Grundgliederung der Inhalte sowie den ersten Ansätzen zu Interaktion mit dem Assistenten vom Mobima wurde von Budde Industrie Design ein Anzeige- und Bedienkonzept entwickelt und Hard- und Softwarekomponenten aufeinander abgestimmt, um den Nutzern ein logisches und gut bedienbares Interface bereitstellen zu können. Das gesamte UX / UI Design wurde von Budde Industrie Design gestaltet und aufbereitet, um für die Umsetzung des Systems genutzt zu werden. Die Aufgabe der Umsetzung (Programmierung) des Systems oblag der Mobima und Inmach.



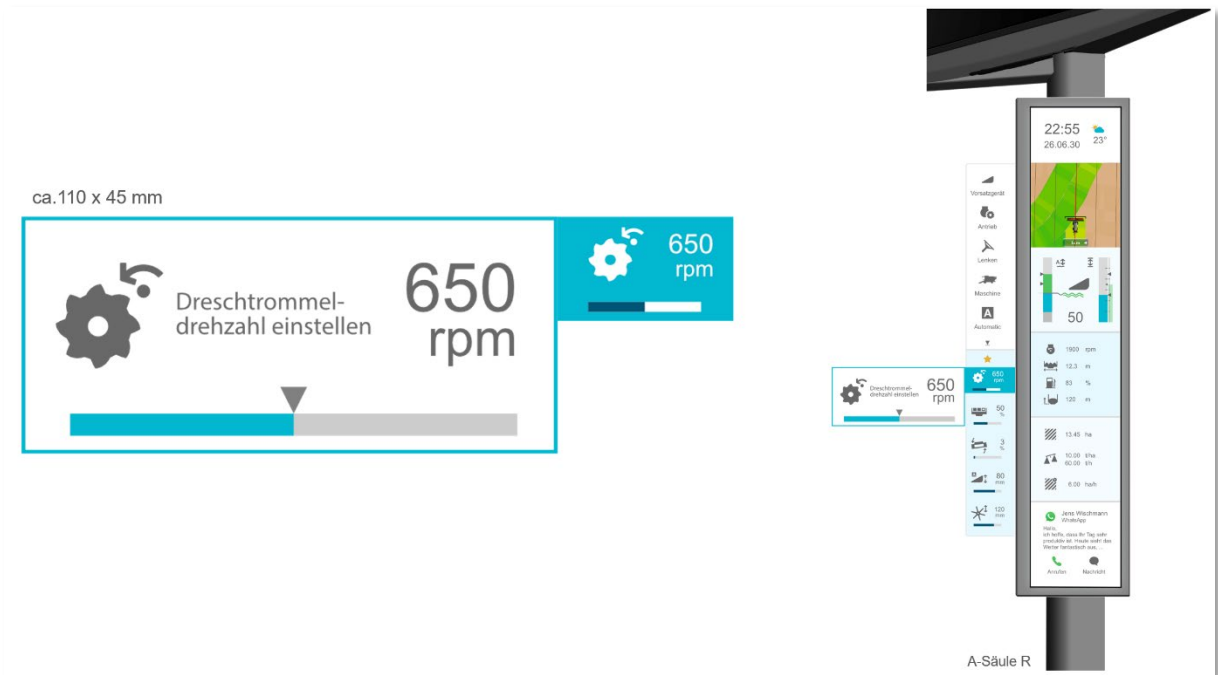
Beispieldarstellung der zentralen Anzeige in Sinne der Transparenz



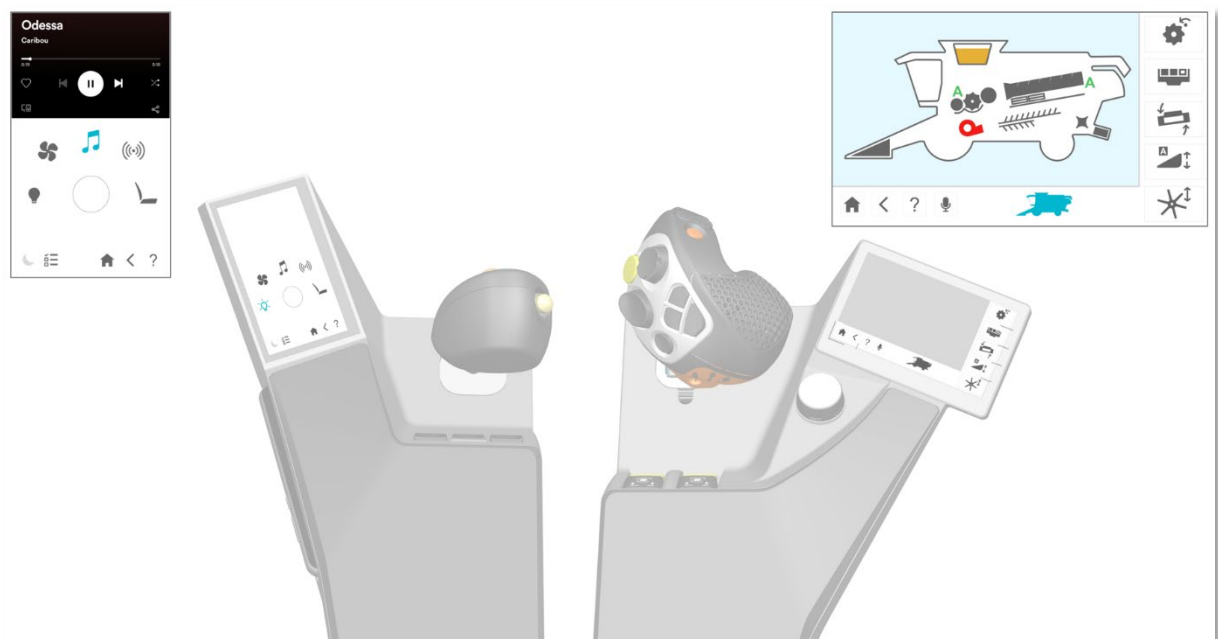
Hauptanzeigen in Frontscheibe und A-Säulen Display



A-Säulen Display recht mit Beispiel für Menüanzeige (ein- und ausgeschaltet)



A-Säulen Display recht mit Beispiel Veränderung von Einstellungen (links vergrößert für Dokument dargestellt)



Beispiel Anzeige mit Softbuttons (wichtig für Blindbedienung) in den Touchdisplays der Multifunktionsarmlehnen

## Multifunktionsarmlehnen

Um dem Fahrer eine komfortable Arbeits- und Bedienungsumgebung zu schaffen sind vor allem die Multifunktionsarmlehnen ein zentrales Medium. Hier durchliefen die beiden Armlehnen bei Budde Industrie Design Optimierungen, bis die funktionalen, ergonomischen und ästhetischen Aspekte gut aufeinander abgestimmt waren. Insbesondere die kleinen Touchdisplays erfuhren einige Optimierungen bis die Größe, Anordnung und Integration in die Umgebung der Multifunktionsarmlehne gut harmonisierten. Diese Displays sind in der hier

im Forschungsprojekt eingesetzte Art (Fokus auf Bedienen (Softkeys), weniger Anzeigen und dadurch sehr kompakt) an einer Multifunktionsarmlehne neuartig. Dies ist unter anderen nur möglich, da ein Hauptteil der Anzeigen über die großen Anzeigen in A-Säulen und der Frontscheibe abgebildet werden. Dadurch konnten die Armlehnen extrem kompakt werden und so viel Bewegungs- und Sichtraum in der Kabine erhalten.



Erstes Ergonomie Mockup zur Testung der Grundideen



Iterative Prozesse zwischen Ausarbeitung in 3D CAD und haptischen Prüfung durch Modelle

## Tastatur-Modul

Um dem Fahrer in den Schreibtätigkeiten einen hohen Komfort zu bieten wurden verschiedenste Möglichkeiten der Bereithaltung einer Tastatur durchdacht und getestet. Es gab einige Ansätze von ausklappbaren Tastaturen. Aufgrund von Stabilität und Komfort ist eine Art Tastatur Brücke entstanden, welche sich formtechnisch und durch Magnete unterstützt zwischen den Multifunktionsarmlehnen aufsetzen lässt. Sie bietet viel Bewegungsspielraum auch für fülligere Personen. Wenn die Tastatur nicht benötigt wird, kann die Tastatureinheit rechts an der B-Säule in einer Halterung fixiert werden. Besonders aus der Büromodus Sitzposition ist die Tastatur dort sehr gut erreichbar.



Konzeptskizze einer Ausklapp-Tastatur



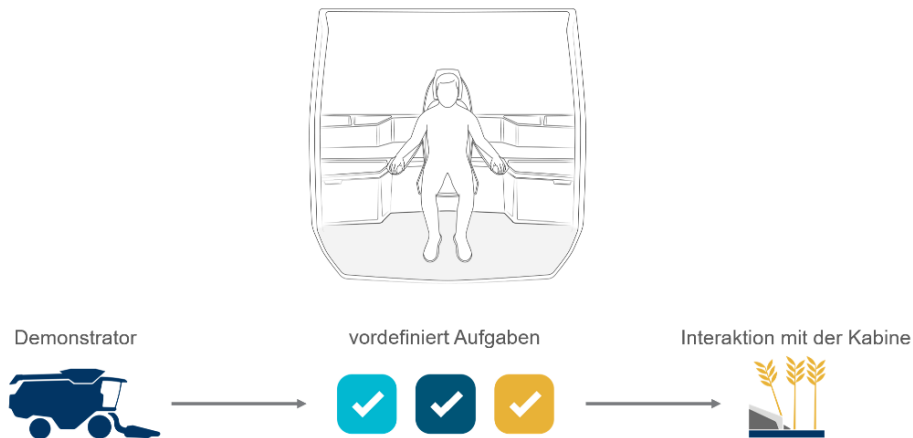
Funktionsmodell zur Prüfung der Funktion und Ergonomie



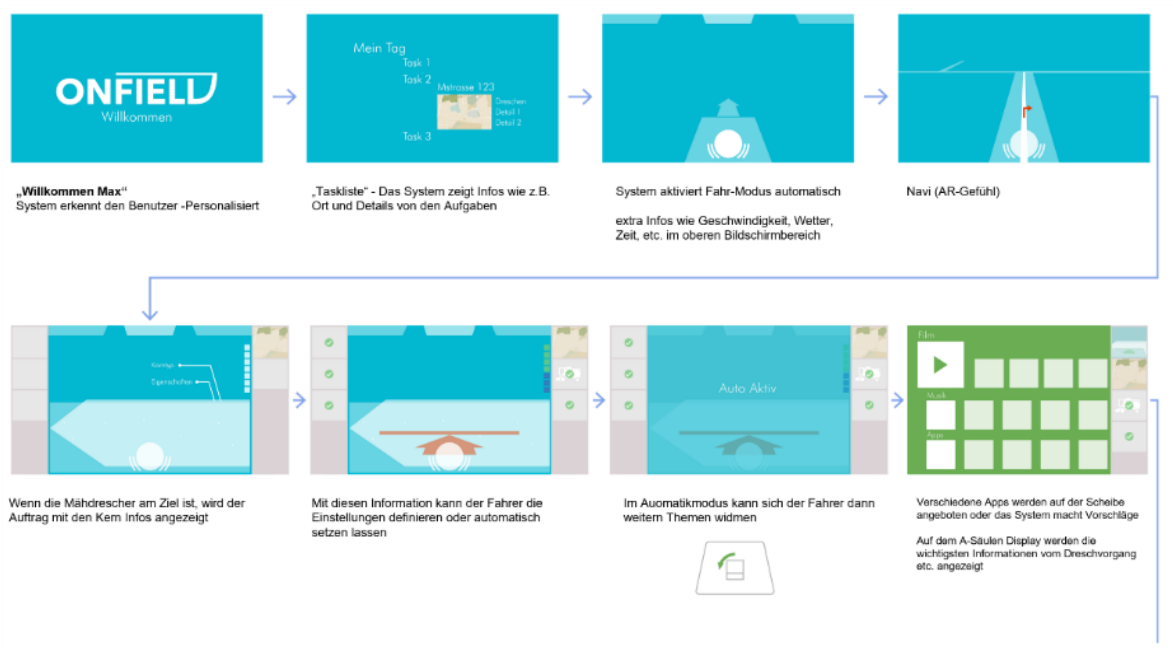
CAD-Modell der Tastatur im Zusammenspiel mit den Multifunktionsarmlehnen

# Demonstrator

Um den Demonstrator Zielgerichtet zu gestalten, konstruieren und aufbauen zu können wurde relativ frühzeitig im Konsortium entschieden, den ursprünglich geplanten Funktionsprototypen durch einen sehr realistischen Demonstrator zu ersetzen. Diese Entscheidung hatte mehrere Vorteile. Zum einen konnten so die Studien Ernteunabhängig durchgeführt werden als auch durch einen deutlich größeren Personenkreis getestet und bewertet werden. Durch die technischen Gegebenheiten auf einem Mähdreschen, hätten wir deutliche Einschränkungen für die Integration des Systems gehabt und nicht annähernd die gleiche Nutzererfahrung generieren können.



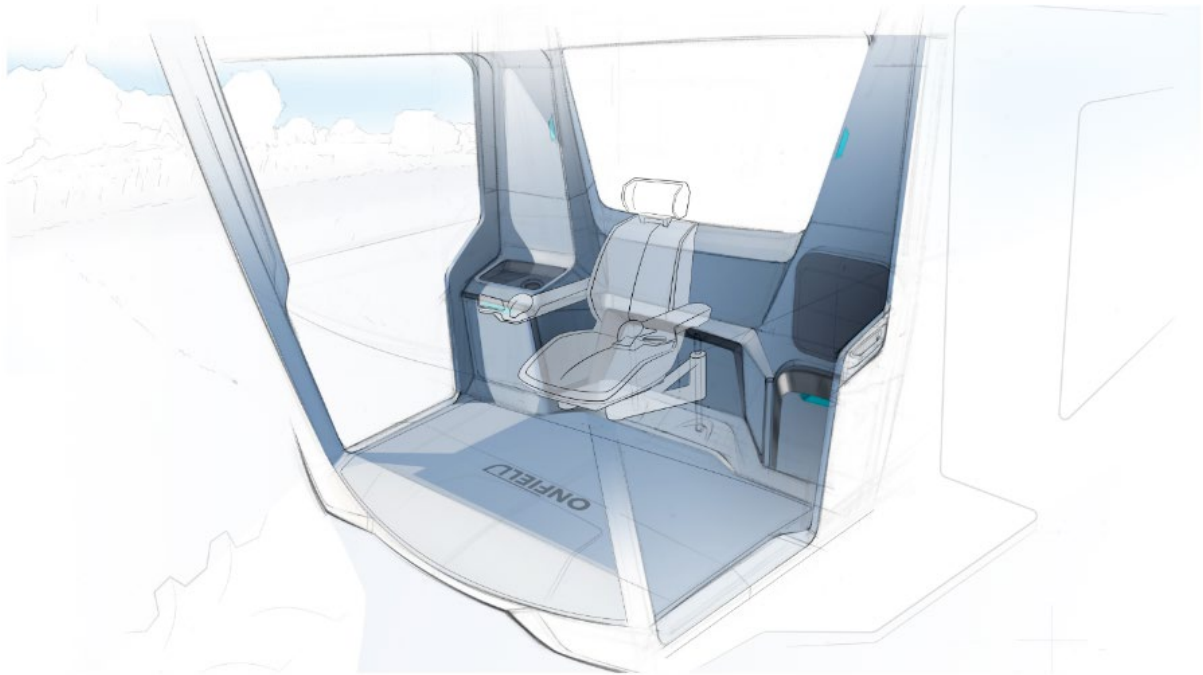
Besonders für die Entwicklung des digitalen Interfaces und den Assistenten, war es wichtig ein Szenario zu definieren, um sich auf die Kernthemen fokussieren zu können. Hierzu entstand ein Szenario für die Testfahrten der Studienteilnehmer, sowie ein verkürztes Szenario für die Präsentation in der Öffentlichkeit (Messen etc.).



Auszug aus dem Storyboard für die Messeszenarien

Für den Aufbau der Kabine war es wichtig einen sehr realistischen Eindruck zu vermitteln. Daher war die Kabine als Raum funktional, ästhetisch wie auch technisch entsprechend auszustatten sowie eine Transportfähigkeit zu gewährleisten.

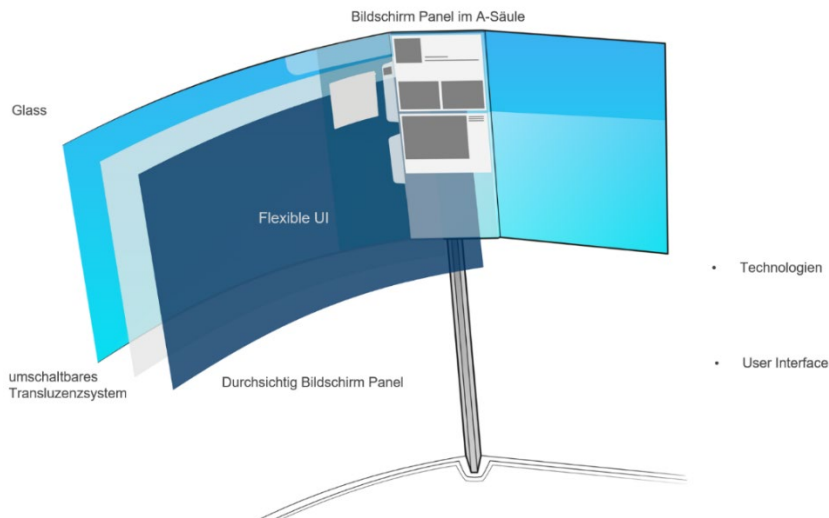
Aufbauend auf dem Grundkonzept (Funktionen und Grundbeschaffenheit) wurden Designkonzepte entwickelt, verfeinert und in 3D CAD aufgebaut. Dies mischte sich bereits recht früh mit der Recherche und Prüfung von nutzbaren Komponenten wie Displays, Bedienelemente und der Entwicklung der Drehfunktion des Fahrersitzes, um diese in den Designentwürfen berücksichtigen zu können.



Design Konzept Sketch

## Anzeigeflächen in den Kabinenscheiben

Ein weiter, sehr wichtiger Baustein für ein realistisches Nutzererlebnis war die Darstellung des Systems (Interface) und eines Dreschscenarios (Landwirtschaftssimulator). Hierzu entstanden verschiedenste Konzepte von großflächigen Monitoren, Leinwänden usw. Durch eine voran gegangene Messe (IAA) hatte die Firma Budde Industrie Design die Firma Gauzy (Israel) kennengelernt die Smarte Scheiben herstellen können, die man transluzent bis opak stellen kann und darauf Inhalte projiziert werden können (Beispiele aus den Automotive Bereich). Nach gemeinsamer Evaluierung der Machbarkeit mit der Firm Gauzy wurden dann Kabinenscheiben von CLAAS produziert und von Gauzy mit den speziellen Folien beschichtet. In Kombination mit drei Beamern, die um die Kabine aufgestellt wurden, waren wir so in der Lage, den Fahrern im Demonstrator ein realistisches Gefühl zu geben, auf einem Mähdrescher im Feld zu sein (programmiertechnische und elektronische Umsetzung durch Mobima und Inmach). Diese Technologie war wesentlich für den erzielten Realismus im Demonstrator.



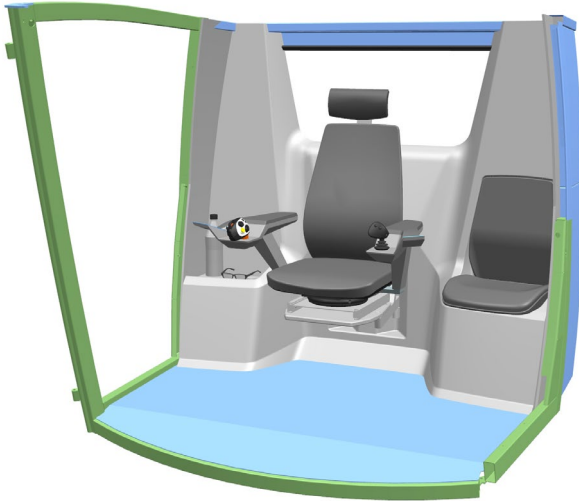
Konzept Darstellung für die Anzeigen des Szenarios und User Interface



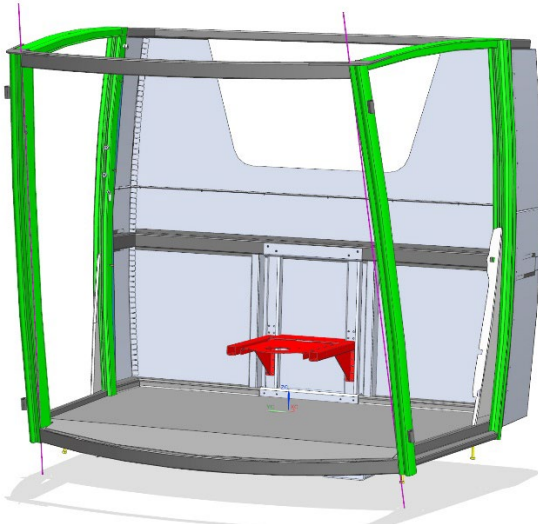
Übersichtsdarstellung der darzustellenden Interaktionsbereiche mit dem System

## Entwicklung und Konstruktion der Hardware-Komponenten

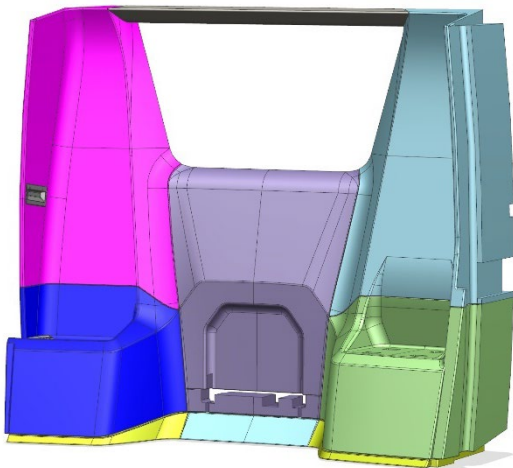
Neben dem Aufbau der Designflächen von Exterieur und Interieur Bauteilen oblag Budde Industrie Design die komplette Auskonstruktion dieser. Dies umfasste den Aufbau einer Rahmenstruktur der Kabine auf Basis der CLAAS Kabine, welche den neuen Ansprüchen entsprechend angepasst wurde. Hinzu kam die Aufnahme des Fahrersitzes sowie die Entwicklung der Drehfunktion. Hier unterstützte InMach mit der Programmierung der Funktion/Steuerung und Sensorik zur Sicherstellung der Sicherheit der Probanden und Tester. Zudem wurden zwei neuartige Multifunktionsarmlehnen mit Lenkjoystick entwickelt und konstruiert, um für den Demonstrator in verschiedenen Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellt zu werden.



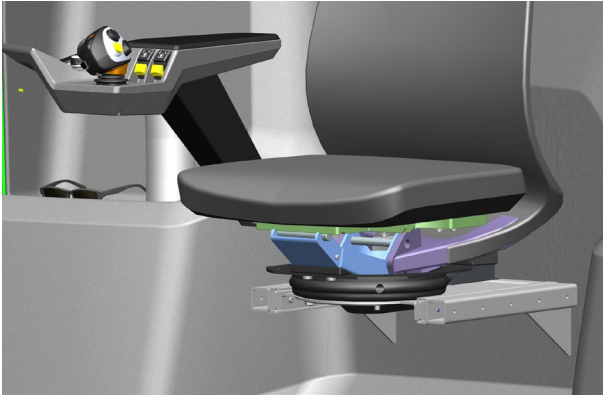
Aufbau und Konstruktion der Demonstrator Kabine in 3D CAD inkl. Bauraum- und Ergonomie Prüfung



Planung und Konstruktion des Rahmens basierend auf einer Claas Kabine



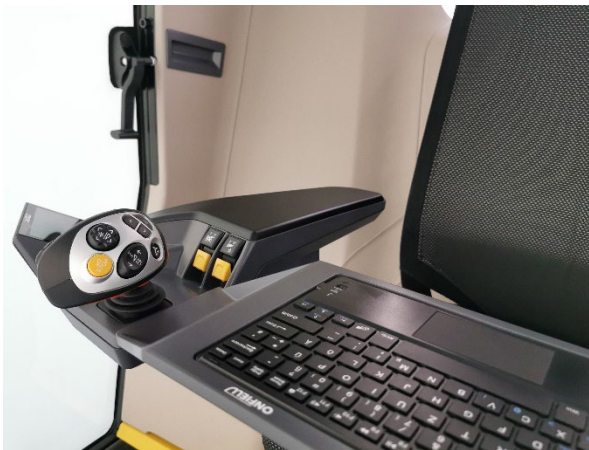
Aufbau und Gliederung der Rückwandverleindung für die Herstellung aus Schaum und Skai (Kunstleder)



Aufbau der Sitzverstellung und Multifunktionsarmlehnen



3D-Rendering für Präsentationen und Öffentlichkeitsarbeit (hier noch nicht mit der finalen Farbgebung)



Finaler Demonstrator mit einem völlig neuen Interieur

## Gestaltung von Unterlagen für die Öffentlichkeitsarbeit

Unsere Aufgabe bestand hier darin, schnell einen Überblick über das Projekt zu geben sowie das Interesse von Besuchern zu wecken, den Stand zu besuchen und sich weiter zu informieren.



Plakat für Tagungen mit einer Zusammenfassung des Kernthemen



Banner für Messeauftritte (u.a. genutzt für DeLuTa und DLG-Feldtage) mit QR-Code zur Website

## DLG-Feldtage 2022



## DeLuTa 2022



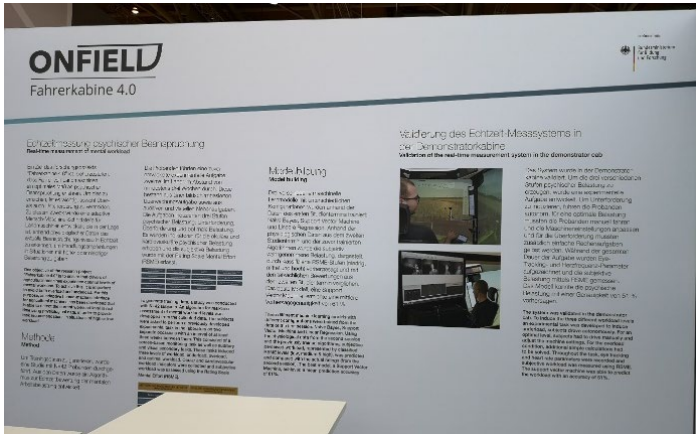
## Studie mit dem Demonstrator

Neben diversen anderen Studien in Karlsruhe in der KIT sowie in Harsewinkel bei CLAAS wurde bei Budde Industrie Design eine Studie im Januar 2023 durchgeführt. Hier unterstützte Budde Industrie Design bei der Organisation von Probanden (Mähdrescherfahrer) sowie durch die Bereitstellung der Räumlichkeiten.

## Messestand AGRITECHNICA 2023

Für die AGRITECHNICA 2023 wurde für OnField – Fahrerkabine 4.0 ein komplett neuer Stand entwickelt und gestaltet (Herstellung durch CLAAS Messebau). Basierend auf den für das Forschungsprojekt reservierten Bereichen von CLAAS (Integration in den Messstand von CLAAS im Bereich Future Lab) wurden Aufsteller und Wände gestaltet und die Inhalte aufbereitet. Auf der Messe waren vom gesamten Konsortium Vertreter vor Ort, um den

Besuchern das Projekt zu Präsentieren und Feedback dazu einzuholen. Vor allem der Demonstrator zog dabei viele Besucher an. Dadurch konnten man viele Rückmeldungen aufnehmen und wurden in Summe in der Ausrichtung und Sinnhaftigkeit der Kabine, so wie es von Konsortium erarbeitet wurde, als zukunftsweisender Arbeitsplatz bestätigt.



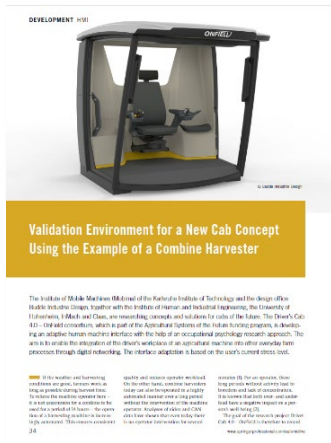
# Artikel und Publikationen

Weitere Artikel und Publikationen an denen wir beteiligt waren:

## PROFI – 06/2022 “Der Arbeitsplatz der Zukunft?” (S. 80-81)



## ATZ heavy duty – 01/2023 “Validation Environment for a New Cab Concept Using the Example of a Combine Harvester” (S. 34-37)



## Top Agrar – 06/2023 “Arbeitsplatz auf dem Feld (S. 96-97)



## **Weitere erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 NABF**

Da Budde Industrie Design die aktuell laufende kostenneutrale Verlängerung nicht mehr begleitet, sind uns weiter geplante Veröffentlichungen im Konsortium nicht bekannt. Von Budde Industrie Design sind aktuell keine weiteren Veröffentlichungen geplant, was aber für die Zukunft nicht ausgeschlossen wird.

## **Allgemeines Fazit**

Die Ergebnisse und Rückmeldungen, die wir aus den Studien und den diversen Veröffentlichungen und Messen erfahren durften, haben die Sinnhaftigkeit und den Nutzen einer Beanspruchungsadaptiven Nutzerschnittstelle im Rahmen einer Fahrerkabine bestätigt. Besonders für eine effiziente Nutzung der Arbeitszeit, welche sich vor allem in einer höheren Zufriedenheit und verbesserten Work-Live-Balance widerspiegeln kann, stellt diese ein wesentliches Instrument dar, das verhindert, dass die Bandbreite an Möglichkeiten, die die neuartige Kabine und das System bietet, eine Überforderung eintritt. Büroarbeiten, die heute nach Abschluss der Feldarbeit umgesetzt werden muss, kann mit der Fahrerkabine 4.0 direkt auf dem Feld umgesetzt werden.

Durch die hohe Flexibilität und Attraktivität, die dieser neue Arbeitsplatz in einer Fahrerkabine bietet, geht Budde Industrie Design davon aus, dass die Fahrer, die oft breit gefächerten Aufgaben auf den landwirtschaftlichen Betrieben haben, diese besser bewerkstelligen bekommen. Die Digitalisierung und z.B. Precision-Farming spielen auf heutigen Betrieben eine große Rolle. Auch Flottenmanagement von autonomen und nicht autonomen Landmaschinen ist mit der Fahrerkabine 4.0 auf dem Feld möglich. Die in diesem Projekt entwickelte Kabine „OnField- Fahrerkabine 4.0“ bietet dafür einen zeitgemäßen Arbeitsplatz und Werkzeug, diesen vielfältigen Aufgaben gerecht werden zu können. Eine Übertragung auf andere Maschinen, wie zum Beispiel Traktoren als Allrounder und langen Feldeinsätzen sieht Budde Industrie Design als besonders spannend, da die Nutzung des Arbeitsplatzes Kabine über die Ernte hinaus Momente des Mehrwertes generieren kann. Auch in anderen Branchen wie z.B. im Straßenbau ist es gut vorstellbar, dadurch Mehrwerte für die Fahrer und Betriebe zu generieren.